

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 7 日  
Date of Application:

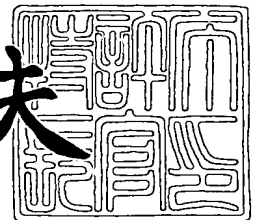
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 8 6 8 4 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 6 8 4 3 ]

出      願      人                      シチズン時計株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 5 9 6 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-26439

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G01R 33/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 佐藤 雅浩

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 寺嶋 一彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

【氏名】 佐藤 惇司

【特許出願人】

【識別番号】 000001960

【氏名又は名称】 シチズン時計株式会社

【代表者】 梅原 誠

【電話番号】 0424-68-4748

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003517

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子方位計とその電子方位計に用いる記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気センサと傾斜センサを備え、これらセンサの計測値により方位を取得する電子方位計において、  
前記磁気センサおよび前記傾斜センサから得られる各出力値を演算処理して一次方位角を取得する機能を有する第 1 の演算処理装置と、  
前記一次方位角に対応する方位誤差角を取得する機能を有する情報入出力装置と、  
前記方位誤差角を用いて前記一次方位角を補正して真の方位角である二次方位角を演算処理する機能を有する第 2 の演算処理装置とを備えたことを特徴とする電子方位計。

【請求項 2】 前記磁気センサと前記傾斜センサは、 $x$   $y$   $z$  軸から選ばれる少なくとも 2 軸に構成され、前記磁気センサから与えられる計測値を取得およびその計測値を出力するための磁気センサ信号処理回路を備えた磁気センサ部により、前記磁気センサから得られる出力値を得ることができる形態とし、  
前記傾斜センサの計測値を取得して前記  $x$  軸と水平面のなすピッチ角  $\beta$   $g$  と前記  $y$  軸と水平面のなすロール角  $\alpha$   $g$  を演算処理し、その値を出力する機能を有する傾斜センサ信号処理回路を備えた傾斜センサ部により、前記傾斜センサから得られる出力値を得られる形態としたことを特徴とする請求項 1 に記載の電子方位計。

【請求項 3】 前記情報入出力装置は偏角値を入手するための偏角値入手装置をさらに備え、ここで得られた偏角値を前記第 2 の演算処理装置が受け取り、前記一次方位角と前記方位誤差角と前記偏角値を用いて演算処理して前記二次方位角を取得する機能を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電子方位計。

【請求項 4】 前記磁気センサおよび前記傾斜センサは  $x$   $y$   $z$  軸から選ばれる 2 軸に構成され、前記情報入出力装置は前記 2 軸の磁気センサの計測値を取得する機能を有する全地磁気量入力装置をさらに備え、

前記第 1 の演算処理装置にて前記 2 軸の磁気センサと直交する方向の計測値を取得した後に、各センサから得られる前記計測値を演算処理して一次方位角を取得する機能を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の電子方位計。

【請求項 5】 前記情報入出力装置に予め入力されているデータを基に、前記ロール角  $\alpha$  g と前記ピッチ角  $\beta$  g と前記一次方位角に対応した前記方位誤差角を取得する機能を有することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載の電子方位計。

【請求項 6】 前記予め入力されているデータは、方位誤差角を零とした場合の基準値からのずれ量である方位誤差角オフセットと、前記一次方位角と前記方位誤差角との関係を示す正弦曲線の振幅である方位誤差角変動量と、その正弦曲線の位相を示す位相差であることを特徴とする請求項 5 に記載の電子方位計。

【請求項 7】 磁気センサと傾斜センサを備え、これらセンサの計測値により方位を取得する電子方位計に用いる記録媒体において、  
前記磁気センサ及び前記傾斜センサから得られた計測値から一次方位角を演算処理する一次方位角取得手段と、  
前記一次方位角に対応する方位誤差角を取得する方位誤差角取得手段と、  
前記方位誤差角を用いて前記一次方位角を補正して真の方位角を演算処理する二次方位角取得手段  
として機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 8】 前記磁気センサと前記傾斜センサは、x y z 軸から選ばれる少なくとも 2 軸に構成され、  
前記 x y z 軸方向の各地磁気量に相当する計測値を磁気センサから取得する地磁気出力取得手段と、  
前記 x 軸と水平面のなすピッチ角  $\beta$  g と前記 y 軸と水平面のなすロール角  $\alpha$  g を傾斜センサから取得する傾斜角取得手段  
として機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする請求項 7 に記載の記録媒体。

【請求項 9】 前記二次方位角取得手段の前に偏角値を入力するための偏角

値入手手段を有し、前記二次方位角取得手段が、前記一次方位角と前記方位誤差角と前記偏角値を用いて補正して前記二次方位角を演算処理する手段として機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする請求項7または8に記載の記録媒体。

【請求項10】 前記磁気センサおよび前記傾斜センサは  $x$   $y$   $z$  軸から選ばれる2軸に構成され、  
全地磁気量に相当する出力値である  $S_h'$  を入手する  $S_h'$  入手手段と、  
前記2軸の磁気センサの計測値を取得する2軸地磁気出力取得手段と、  
前記2軸の磁気センサと直交する方向の計測値を取得する第3軸地磁気出力取得手段  
として機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする請求項7から9のいずれか一つに記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気センサを用いて方位測定を行うシステムと電子方位計に関するものであり、特に傾斜センサと磁気センサを用いた系で精度良く方位を測定するための電子方位計とその電子方位計に用いる記録媒体を提供するものである。

【0002】

【従来の技術】

電子方位計は、複数の磁気センサを用いてそれぞれの地磁気量を測定し、そのセンサから得られた結果から演算を行い、観察したい方向すなわち観測軸の方位を算出するものである。この電子方位計の応用分野としては、携帯電話、PDAといった携帯情報端末や腕時計、車両用方位計であるカーナビゲーション装置、航空機の姿勢検出、視覚障害者向け、ゲーム機といったものまで知られている。

【0003】

特に、近年携帯情報端末向けの位置情報提供サービスが始まっており、このサービスによれば、利用者は携帯情報端末の現在位置情報が判るため、利用者が携帯情報端末に現れる地図上のどこにいるのかが画面を見ながらにして判る。更に

、上述の様に携帯情報端末に電子方位計を組み合わせるにより、利用者が今どこに向いているのか、或いは向かおうとしているのかが判る。この位置情報と電子方位計に関する情報提供サービスは、今後多くの産業界に新しいビジネスを生み出し、また利用者に有益な情報を与えてもらえることは明確であり、それに伴って搭載される電子方位計には、現状より質と精度の高いものが求められていく状況にある。

#### 【0004】

上記の質と精度の向上とは、より正確に方位を測定するというを示しているが、電子方位計が水平面から傾斜した場合には正確に方位角を測定できないという問題があった。電子方位計の利用者は、様々な使用方法、持ち方をすることが想定され、電子方位計すなわち磁気センサが水平面に対して傾斜した状態で使用することも十分に考えられる。この場合の磁気センサの出力は、観測軸が同じ方位角を示していても傾斜角によって出力が変化するため、計算から算出される方位角には誤差を発生してしまう。

#### 【0005】

すなわち、2軸の磁気センサを用いた場合は、x軸とy軸が水平面上に対してある傾斜角を有している系で、鉛直軸周りに回転させると、x軸とy軸の出力は単純なsin波形、cos波形では表すことはできず、傾斜角によって伏角値Iなどの要素に依存した複雑な波形を示す。すると、

$$\theta = \tan^{-1} (y / x)$$

で示される方位角 $\theta$ には多くの誤差を含んだ計算式となる。

#### 【0006】

上記の問題点に対して、傾斜に対する補正が自動的に行える全方位磁気センサが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

この全方位磁気センサでは、図9のフローチャートに示した通りの手段により正確な方位を算出できるとある。つまり、その手段とは、磁気センサと傾斜センサを用いて、各センサからの出力を獲得し（S32、S34）、配置された磁気センサから3次元の磁気ベクトル検出信号を受け取り、傾斜角に基づいて座標変換し、水平磁界成分の磁気ベクトルを算出（S36）、更に水平磁界成分の磁気

ベクトルから方位角を算出する (S38) という構成である。

#### 【0007】

また、他の従来の技術においても、傾斜による誤差のない方位測定が可能となり、真方位を提示できる方位出力装置が示されている (例えば特許文献2 参照)。

この方位出力装置は、算出した磁方位に対して偏角値を補正して真方位を得るという方法を採用している。その手段について下記に説明する。

#### 【0008】

真北すなわち地図上の北と磁北すなわち磁針の示す北とは、若干のズレを生じる。日本では全ての地域が西偏となっているため、磁針は真北から若干西寄りを指し示す。この方法によれば、その偏角値Dで測定された値を補正することで、地図上の北と磁気センサで算出した磁方位の誤差を修正することが可能となる。

上記の構成は、いずれも従来の2軸磁気センサを用いた構成と比較して、より精度よく方位角を算出することが可能となる。

#### 【0009】

##### 【特許文献1】

特開 2002-196055 号公報 (第5頁、数2)

##### 【特許文献2】

特許第 3008813 号公報 (第10頁、図5)

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記いずれの構成を用いた方法においても、水平状態から傾斜した場合には方位角 $\theta$ の測定誤差は発生し、更に傾斜角が大きくなるほど誤差も大きくなってしまいうという問題があった。

#### 【0011】

つまりこの構成では、回転行列を利用して地磁気ベクトルを水平磁界成分に戻すという方法を採用しており、絶対座標系でのX軸周りに回転させる回転行列式とY軸周りに回転させる回転行列式の積を用いている。なお、ここでは観測座標系を  $x y z$  軸、水平面と鉛直方向の絶対座標系を  $X Y Z$  軸とする。この場合の回



転軸としては、絶対座標系（水平面上に X Y 軸がある系）を用いた場合に相当すると考えられ、X 軸周りの回転行列式の役割は y 軸を水平面にすることであり、Y 軸周りの回転行列式の役割は x 軸を水平面にすることとして算出している。

### 【0012】

ここで、具体的に数式を用いて従来の技術の方位測定方法について更に詳細に説明を行う。観測座標 x y z 軸系は、絶対座標 X Y Z 軸系を Z 軸周りに  $\theta$ 、Y 軸反時計回りに  $\beta$ 、X 軸反時計回りに  $\alpha$  回転させた座標系であるとし、観測軸を x 軸とする。また、Z、Y、X 軸周りの座標変換の回転行列式をそれぞれ Z r、Y r、X r とする。観測座標系での地磁気の方位ベクトル ( $x_H$ 、 $y_H$ 、 $z_H$ ) は、絶対座標系での地磁気の方位ベクトル (X、Y、Z) を Z r、Y r、X r の逆行列式で変換した形で表される。ここで、Z r の回転行列式と絶対座標系での地磁気の方位ベクトルとの積は、水平における方位角  $\theta$  の各軸方向の出力値 ( $x_h$ 、 $y_h$ 、 $z_h$ ) を示すものとする、観測座標系での出力値は下記の式 (数 1) で表現される。

### 【数 1】

$$\begin{pmatrix} x_H \\ y_H \\ z_H \end{pmatrix} = Y r^{-1} X r^{-1} Z r \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = Y r^{-1} X r^{-1} \begin{pmatrix} x_h \\ y_h \\ z_h \end{pmatrix}$$

### 【0013】

よって、方位角  $\theta$  における各軸方向の出力値は、観測座標系での各軸方向の出力値から下記の (数 2) により変換されて算出される。なお、 $\alpha$  の符号が逆転しているのは、反時計回りの回転行列式を基準にしているため、傾斜角の出力値と回転方向が逆になるからである。

【数 2】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} x_h \\ y_h \\ z_h \end{pmatrix} &= X \text{ r } Y \text{ r } \begin{pmatrix} x_H \\ y_H \\ z_H \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} x_H \\ y_H \\ z_H \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} x_H \cos \beta - z_H \sin \beta \\ -x_H \sin \alpha \sin \beta + y_H \cos \alpha - z_H \sin \alpha \cos \beta \\ x_H \cos \alpha \sin \beta + y_H \sin \alpha + z_H \cos \alpha \cos \beta \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

上記の関係式から、観測座標系を水平に変換した場合の各軸方向の出力値（ $x_h$ 、 $y_h$ 、 $z_h$ ）を得る。水平方向の出力値が分かれば、下記の（数 3）及び  $x_h$ 、 $y_h$  の符号に応じた条件分岐を行い、方位角  $\theta$  を求める。

【数 3】

$$\theta = \arctan\left(\frac{y_h}{x_h}\right)$$

【0014】

しかし、この構成においても  $x$ 、 $y$  軸を水平面に変換する作業、すなわち  $X$  軸周りにロール角  $\alpha$  g 分逆回りに回転させ、 $Y$  軸周りにピッチ角  $\beta$  g 分逆回りに回転させると厳密には水平面に変換できないという問題がある。その理由は、水平面とのなす角度をそのまま回転行列式に利用できないという点にある。まず、 $y$  軸を水平にするために  $X$  軸周りにロール角  $\alpha$  g 分逆回りに回転させると、 $y$  軸は水平になるものの、 $x$  軸も同様に移動してしまう。すると、 $x$  軸の水平面とのなす角はピッチ角  $\beta$  g とのずれを生じるため、 $X$  軸周りにピッチ角  $\beta$  g 分逆回りに回転を行っても  $x$  軸を水平面にすることができず、更には水平に保っていた  $y$  軸も水平からずれてしまうことが考えられる。

【0015】

更には、 $X$ 、 $Y$  軸周りの回転より先に  $Z$  軸周りの回転  $\theta$  を行うために、観測座標系の観測軸が示す方位角と水平面に戻したときに示す方位角にはずれを生じる場合がある。よって、上記の構成では、ロール角  $\alpha$  g とピッチ角  $\beta$  g の条件によっては地磁気ベクトルは水平面に戻っていないために、その分の誤差を含んだ結

果となることが考えられる。よって、より高い精度の真の方位角を得るためには新しい測定システム構成が必要である。

#### 【0016】

本発明の目的は、上記課題を解決して、傾斜センサと磁気センサを用いた系で、電子方位計が水平面から傾斜した場合でもより正確に真の方位角を測定するための電子方位計とその電子方位計に用いる記録媒体を提供するものである。

#### 【0017】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の電子方位計とその電子方位計に用いる記録媒体は下記記載の形態を採用する。

#### 【0018】

本発明の電子方位計は、磁気センサと傾斜センサを備え、これらセンサの計測値により方位を取得する電子方位計において、磁気センサおよび傾斜センサから得られる各出力値を演算処理して一次方位角を取得する機能を有する第1の演算処理装置と、一次方位角に対応する方位誤差角を取得する機能を有する情報入出力装置と、この方位誤差角を用いて一次方位角を補正して真の方位角である二次方位角を演算処理する機能を有する第2の演算処理装置とを備えたことを特徴とする。

また、磁気センサと傾斜センサは、 $x$   $y$   $z$  軸から選ばれる少なくとも2軸に構成され、磁気センサから与えられる計測値を取得およびその計測値を出力するための磁気センサ信号処理回路を備えた磁気センサ部により、磁気センサから得られる出力値を得ることができる形態とし、傾斜センサの計測値を取得して $x$  軸と水平面のなすピッチ角  $\beta$   $g$  と、 $y$  軸と水平面のなすロール角  $\alpha$   $g$  を演算処理し、その値を出力する機能を有する傾斜センサ信号処理回路を備えた傾斜センサ部により、傾斜センサから得られる出力値を得られる形態とした構成でも可能である。

#### 【0019】

更に上記構成で、情報入出力装置は偏角値を入手するための偏角値入手装置をさらに備え、ここで得られた偏角値を第2の演算処理装置が受け取り、一次方位

角と方位誤差角と偏角値を用いて演算処理して二次方位角を取得する機能を有する構成でも良く、また磁気センサおよび傾斜センサは  $x$   $y$   $z$  軸から選ばれる 2 軸に構成され、情報入出力装置は 2 軸の磁気センサの計測値を取得する機能を有する全地磁気量入力装置をさらに備え、第 1 の演算処理装置にて 2 軸の磁気センサと直交する方向の計測値を取得した後に、各センサから得られる計測値を演算処理して一次方位角を取得する機能を有する構成でも可能である。

#### 【0020】

また上記の情報入出力装置は、予め入力されているデータを基に、ロール角  $\alpha$   $g$  とピッチ角  $\beta$   $g$  と一次方位角に対応した方位誤差角を取得する機能を有することを特徴とする構成も可能であり、予め入力されているデータは、方位誤差角を零とした場合の基準値からのずれ量である方位誤差角オフセットと、一次方位角と方位誤差角との関係を示す正弦曲線の振幅である方位誤差角変動量と、その正弦曲線の位相を示す位相差であることを特徴とする構成も可能である。

#### 【0021】

本発明の電子方位計に用いる記録媒体は、磁気センサと傾斜センサを備え、これらセンサの計測値により方位を取得する電子方位計に用いる記録媒体において、磁気センサ及び傾斜センサから得られた出力値から一次方位角を演算処理する一次方位角取得手段と、一次方位角に対応する方位誤差角を取得する方位誤差角取得手段と、方位誤差角を用いて一次方位角を補正して真の方位角を演算処理する二次方位角取得手段として機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする。

#### 【0022】

または、磁気センサと傾斜センサが、 $x$   $y$   $z$  軸から選ばれる少なくとも 2 軸に構成され、 $x$   $y$   $z$  軸方向の各地磁気量に相当する計測値を磁気センサから取得する地磁気出力取得手段と、 $x$  軸と水平面のなすピッチ角  $\beta$   $g$  と  $y$  軸と水平面のなすロール角  $\alpha$   $g$  を傾斜センサから取得する傾斜角取得手段として機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする構成でも良い。

#### 【0023】

また上記構成に加えて、二次方位角取得手段の前に偏角値を入手するための偏

角値入手手段を有し、二次方位角取得手段が、一次方位角と方位誤差角と偏角値を用いて補正して二次方位角を演算処理する手段として機能させるためのプログラムを記録した構成でも良く、磁気センサおよび傾斜センサが、x y z 軸から選ばれる 2 軸に構成され、全地磁気量に相当する出力値である  $S_h'$  を入手する  $S_h'$  入手手段と、2 軸の磁気センサの出力値を取得する 2 軸地磁気出力取得手段と、2 軸の磁気センサと直交する方向の出力値を取得する第 3 軸地磁気出力取得手段として機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする構成でも可能である。

#### 【0024】

##### 【発明の実施の形態】

本発明は、磁気センサと傾斜センサから算出された一次方位角  $\theta_1$  に対して、傾斜センサの出力から方位誤差角  $\theta'$  を取得して一次方位角  $\theta_1$  を補正して真の方位角（二次方位角  $\theta_2$ ）を得る測定システムであり、より精度良く真の方位角を測定することが可能となる。

#### 【0025】

##### （第 1 の実施の形態）

以下図面を用いて本発明の第 1 の実施の形態について詳細に説明する。図 1 は、本発明の電子方位計及びその電子方位計に用いる記録媒体で行う処理のフローチャートを示したものであり、図 4 は、本発明の電子方位計の基本構成を示した概念図である。

図 4 に示す様に電子方位計 2 a は、磁気センサ部 4、傾斜センサ部 6、第 1 の演算処理装置 8 a、第 2 の演算処理装置 8 b、情報入出力装置 10 によって構成される。ここで示す磁気センサ部 4 は、x 軸磁気センサ 12、y 軸磁気センサ 14、z 軸磁気センサ 16 と、それぞれのセンサから磁気センサの駆動及び磁気センサからの計測値を取り出し、第 1 の演算処理装置 8 a にその計測値を与える磁気センサ信号処理回路 18 から構成される。傾斜センサ部 6 は、x 軸傾斜センサ 20、y 軸傾斜センサ 22、z 軸傾斜センサ 24 と傾斜センサの駆動及び傾斜センサからの計測値を取り出し、第 1 の演算処理装置 8 a にその計測値を与える傾斜センサ信号処理回路 26 から構成される。また、情報入出力処理装置 10 は、

真の方位からのずれ量に相当する方位誤差角  $\theta'$  を取得する方位誤差角入出力装置 28 から構成される。この第 1 の演算処理装置 8 a は、先に説明したように、各センサから得た計測値を演算処理して一次方位角  $\theta_1$  を取得する機能を有する構成としている。また、第 2 の演算処理装置 8 b は、第 1 の演算処理装置 8 a と情報入出力装置 10 から与えられた計測値を基に演算処理して得た二次方位角  $\theta_2$  を取得する機能を有する構成としている。

#### 【0026】

次に、図 1 のフローチャートを用いて本発明の第 1 の実施の形態について更に詳細に説明する。

このフローチャートにおける地磁気出力取得手段 (S2) は、図 4 に示す電子方位計 2 a を構成する磁気センサ部 4 から観測座標系 x y z 軸の各軸方向の地磁気量に相当する計測値を取得して第 1 の演算処理装置 8 a に信号を伝達した後、第 1 の演算処理回路 8 a で全地磁気量に相当する出力合計値  $S_h$  を算出し、x y z 軸方向の各軸の計測値を規格化する手段である。この規格化手段を具体的に示すと、例えば x 軸磁気センサ 12 の出力値は、(数 4) で示される出力合計値  $S_h$  を用いて規格化される。出力合計値  $S_h$  とは、各軸の出力の自乗の和の平方根で与えられ、全地磁気量に相当する計測値となる。

#### 【数 4】

$$\left| \vec{x}'_H \right| = \frac{\left| \vec{x}_H \right|}{\left| S_h \right|}$$

$\left| \vec{x}'_H \right|$ : x 軸方向の磁気センサの出力値を全体の出力値で規格化した値

$\left| \vec{x}_H \right|$ : x 軸方向の磁気センサの出力値

$\left| S_h \right|$ : 全地磁気量に相当する磁気センサの出力値  $\left( \left| S_h \right| = \sqrt{\left| \vec{x}_H \right|^2 + \left| \vec{y}_H \right|^2 + \left| \vec{z}_H \right|^2} \right)$

#### 【0027】

また、傾斜角取得手段 (S4) は、水平面と y 軸のなすロール角  $\alpha_g$  と水平面と x 軸のなすピッチ角  $\beta_g$  を測定して取得する手段である。より具体的には、図 4 に示す電子方位計 2 a を構成する傾斜センサ部 6 から水平面と y 軸のなすロー

ル角  $\alpha_g$  と水平面と x 軸のなすピッチ角  $\beta_g$  に相当する出力値を取得して、第 1 の演算処理装置 8 a にこの出力値を伝達した後、第 1 の演算処理回路 8 a でこの出力合計値に相当する  $W_g$  を演算処理し、ロール角  $\alpha_g$  とピッチ角  $\beta_g$  を取得する手段である。

### 【0028】

ここで、この手段における手順を加速度センサを用いた場合について説明すると、2 軸及び 3 軸の加速度センサの出力は、他軸感度が少ないため、水平面とそれぞれの軸のなす角度を求めることができる。ここで用いる出力合計値  $W_g$  は、各軸の計測値の自乗の和の平方根で与えられ、ロール角  $\alpha_g$  は下記に示す（数 5）の様に算出できる。ここでは明示しないが、同様にピッチ角  $\beta_g$  も求めることができる。

### 【数 5】

$$\alpha_g = \sin^{-1} \frac{|\bar{y}_g|}{W_g}$$

$|\bar{y}_g|$ : Y' 軸方向の加速度センサ の出力値

$|W_g|$ : 重力加速度に相当する加速度センサの出力 合計値  $\left( |W_g| = \sqrt{|\bar{x}_g|^2 + |\bar{y}_g|^2 + |\bar{z}_g|^2} \right)$

### 【0029】

次に行われる一次方位角取得手段（S 6）は、上記で述べた観測座標系の地磁気量を絶対座標系（水平成分）での地磁気量に変換して方位角  $\theta$  を算出する手段であり、式（数 2）及び（数 3）と条件分岐を行うことにより、一次方位角  $\theta_1$  を求めることができる。上記の演算処理は、図 4 に示す電子方位計 2 a を構成する第 1 の演算処理装置 8 a にて行われ、上記で得られた磁気センサ部 4 と傾斜センサ部 6 の計測値を用いて演算処理することで一次方位角  $\theta_1$  を取得する。

### 【0030】

さらに次に行われる方位誤差角取得手段（S 8）は、傾斜角および一次方位角  $\theta_1$  に応じた方位誤差角  $\theta'$  を取得する手段である。この手段が本発明のポイントとなる手段である。上述した通り、一次方位角取得手段ではいくつかの仮定を

含んでいるために、そこから算出される方位角には誤差が発生する。

そこで、図 4 に示す電子方位計 2 a を構成する情報入出力装置 10 内にある方位誤差角入出力装置 28 に、上記の傾斜角取得手段 (S 4) で得られたロール角  $\alpha_g$  とピッチ角  $\beta_g$ 、及び第 1 の演算処理装置 8 a で得られた一次方位角  $\theta_1$  を入手して方位誤差角  $\theta'$  を出力する機能を備える形態とし、その出力結果を第 2 の演算処理装置 8 b に転送する。

#### 【0031】

以下、具体的な方位誤差角取得手段 (S 8) について述べる。図 10 に、従来のアルゴリズムで一次方位角  $\theta_1$  を計算して、いくつかのロール角  $\alpha_g$  とピッチ角  $\beta_g$  が異なる条件について方位誤差角  $\theta'$  を測定した場合の結果を示す。この図中の横軸は二次方位角  $\theta_2$  (真の方位角) を示しており、縦軸には算出した一次方位角  $\theta_1$  と二次方位角  $\theta_2$  との差である方位誤差角  $\theta'$  を示している。この図において方位誤差  $\theta'$  が正の場合は、一次方位角  $\theta_1$  が二次方位角  $\theta_2$  より大きいことを示している。

#### 【0032】

この図中に示すそれぞれの条件の方位誤差角  $\theta'$  は、ロール角  $\alpha_g$  と、ピッチ角  $\beta_g$  にそれぞれ依存していることが判る。すなわち、図中の符号 102 に示す特性曲線は、ロール角  $\alpha_g$  が  $10^\circ$ 、ピッチ角  $\beta_g$  が  $10^\circ$  のときの方位誤差角  $\theta'$  と二次方位角  $\theta_2$  の関係を示した特性曲線であり、あらゆる二次方位角  $\theta_2$  において方位誤差角  $\theta'$  の範囲が  $2 \sim 3^\circ$  内に入っていることが判る。

#### 【0033】

しかし、ロール角  $\alpha_g$  とピッチ角  $\beta_g$  が  $20^\circ$  のとき (符号 104)、 $30^\circ$  のとき (符号 106) を比較して判る通り、ロール角  $\alpha_g$  とピッチ角  $\beta_g$  が大きくなるに従って、方位誤差角  $\theta'$  が取り得る範囲が大きくなっている。また、二次方位角  $\theta_2$  に対する方位誤差角  $\theta'$  は、正弦曲線の位相がずれた形の特徴を示している。更に、符号 110 と 108 に示す特性曲線、または符号 106 と 112 に示す特性曲線の様に、ピッチ角  $\beta_g$  とロール角  $\alpha_g$  の符号が逆転すると、ある方位誤差角  $\theta'$  を基準として対称の形で二次方位角  $\theta_2$  に対して方位誤差角  $\theta'$  が変動している。したがって、従来の方位測定方法では、ロール角  $\alpha_g$ 、ピッ



チ角  $\beta g$  の条件によっては正確な方位が計れていないことが判る。

#### 【0034】

次に、本発明の第1の実施の形態における、さまざまなロール角  $\alpha g$  とピッチ角  $\beta g$  を取った場合の計測結果を検証してみる。まず、本発明のシステムを用いて測定した値である一次方位角  $\theta 1$  と方位誤差角  $\theta'$  との関係について説明する。図7に、前述したアルゴリズムで算出した一次方位角  $\theta 1$  を横軸に選択したときの方位誤差角  $\theta'$  の測定結果を示す。

#### 【0035】

本発明の方位誤差角取得手段（図1におけるS8）は、一次方位角  $\theta 1$  を算出したときのロール角  $\alpha g$  とピッチ角  $\beta g$  に応じた方位誤差角  $\theta'$  を取得するということが基本的な考え方である。ロール角  $\alpha g$  とピッチ角  $\beta g$  は、傾斜角取得手段（図1におけるS4）で判るため、この図を用いることによって方位誤差角  $\theta'$  を求めることが可能となる。先に示したが、一次方位角  $\theta 1$  に対する方位誤差角  $\theta'$  は、正弦曲線を示している。また、その方位誤差角  $\theta'$  は、ロール角  $\alpha g$  とピッチ角  $\beta g$  に応じて、後段で説明する基準値、振幅、位相（正弦曲線の正負の特性）などの違いを生じる。

#### 【0036】

この図中における、方位誤差角オフセット  $\delta 40$  は、ロール角  $\alpha g$ 、ピッチ角  $\beta g$  に応じて基準値のずれ量を示し、方位誤差角変動量  $W \theta 42$  は、その正弦曲線の振幅を示し、位相差  $\omega 44$  は、正弦曲線の正負の特性を示している。

ここで、図7の符号128に示す特性曲線を例に挙げて説明する。この特性曲線128は、ロール角  $\alpha g$  が  $30^\circ$ 、ピッチ角  $\beta g$  が  $-30^\circ$  のときの方位誤差角  $\theta'$  を示した曲線である。この曲線から、方位誤差オフセット  $\delta 40$  は  $16.8^\circ$  であり、振幅量  $W \theta 42$  は  $5.3^\circ$  であり、位相差  $\omega 44$  は負の特性を持つということが判る。なおここで位相差  $\omega 44$  は、正弦曲線に従うときを正（+）とし、 $180$ 度位相が進んだ正弦曲線を負（-）と表現している。

#### 【0037】

次に、具体的に方位誤差角  $\theta'$  を取得する方法について説明する。

様々なロール角  $\alpha g$ 、ピッチ角  $\beta g$  における方位誤差オフセット  $\delta 40$ 、振幅

量 $W\theta$  42、位相差 $\omega$  44は、下表1の様な対応表を設けることによって、取得することができる。表1は、様々なロール角 $\alpha g$ とピッチ角 $\beta g$ のときの方位誤差オフセット $\delta$  40、振幅量 $W\theta$  42、位相差 $\omega$  44を示した対応表である。

【表1】

$\alpha g$	$\beta g$	方位誤差 オフセット $\delta$	振幅量 $W\theta$	位相差 $\omega$
10.0	10.0	-1.76	0.18	+
20.0	20.0	-7.16	1.46	+
30.0	30.0	-16.89	5.29	+
30.0	-30.0	16.81	5.30	-
30.0	30.0	16.89	5.29	+
30.0	-30.0	-16.81	5.30	-
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

## 【0038】

上表を用いることによって、様々な傾斜状況に応じたロール角 $\alpha g$ とピッチ角 $\beta g$ からこれらのパラメータを求め、一次方位角 $\theta 1$ に応じて変動する方位誤差角 $\theta'$ を測定することが可能となる。よって、図4における電子方位計2aを構成する情報入出力装置10内の方位誤差角入出力装置28に上記の対応表を予め記憶させておくことによって、様々な傾斜環境に相当するロール角 $\alpha g$ 、ピッチ角 $\beta g$ に応じた方位誤差オフセット $\delta$ 、変動量 $W\theta$ 、位相差 $\omega$ の値を取得することが可能となる。更に、これら値を用いて下記の式(数6)によって、方位誤差角 $\theta'$ を出力することが可能となる。

## 【数 6】

$$\theta' = \delta + \omega \times W\theta \times \sin \theta_1$$

$\theta'$ : 方位誤差角

$\theta_1$ : 一次方位角

$\omega$ : 位相差 (+ の場合は + 1、- の場合は -1)

## 【0039】

最後に、第2の演算処理装置 8b によって二次方位角  $\theta_2$  を取得する。二次方位角取得手段 (S10) は、上記で得られた一次方位角  $\theta_1$  と方位誤差角  $\theta'$  を用いて真の方位角である二次方位角  $\theta_2$  を取得する手段である。具体的には、下記の式 (数7) の様に、一次方位角  $\theta_1$  から方位誤差角  $\theta'$  を除算することによって二次方位角  $\theta_2$  を得る。

## 【数 7】

$$\theta_2 = \theta_1 - \theta'$$

$\theta_2$ : 二次方位角

## 【0040】

図8は、上記に示した二次方位角  $\theta_2$  を取得する方法を説明するための概念図である。ここで示す△で示した特性曲線 130 は、ロール角  $\alpha_g$  が  $-30^\circ$ 、ピッチ角  $\beta_g$  が  $30^\circ$  のときの一次方位角度  $\theta_1$  に対する方位誤差角  $\theta'$  を示している。先に説明したように、ロール角  $\alpha_g$  とピッチ角  $\beta_g$  から方位誤差オフセット  $\delta$  を取得でき、上記の式 (数6) の右辺第一項に相当する補正を行い、オフセットキャンセルした後の方位誤差角  $\theta'$  を、符号 140 に示す特性曲線とすることができる。

## 【0041】

更に、上記の式 (数6) の右辺第二項に相当する補正、つまり一次方位角  $\theta_1$  と振幅量  $W\theta$  と位相差 (+1) を代入して得られた値により、本発明の2次方位角  $\theta_2$  を得ることができる。この値を示したのが、符号 142 に示す特性曲線である。この図からも判る様に、本発明の方位誤差角  $\theta'$  を取得して二次方位角  $\theta$

2 を算出する手段によって、方位誤差角  $\theta'$  はほぼ零となり、精度良く方位角が測定できていることが判る。

#### 【0042】

なお、第1の実施の形態として、各軸に対応する計測値の規格化を図4に示す電子方位計2aを構成する第1の演算処理装置8a内で行うとして説明を行ったが、この操作は磁気センサ部4内の磁気センサ信号処理回路18で行っても良く、傾斜センサの傾斜角取得の操作も傾斜センサ部6内の傾斜センサ信号処理回路26で行ってももちろん構わない。

#### 【0043】

また、出力合計値  $S_h$  としては各軸の出力の自乗の和の平方根の値（式4参照）を用いて説明を行ったが、必ずしもこれに限定されるものではなく、その測定場所での全地磁気量  $F$  が判れば、その全地磁気量  $F$  に相当する磁気センサ部4の計測値を用いて計算を行っても構わない。

#### 【0044】

更に、3軸加速度センサを用いて、出力合計値  $W_g$  を各軸の計測値の自乗の和の平方根の値（式5参照）で算出したが、重力加速度  $g$  のときの出力値がその  $W_g$  に相当するため、その値を用いても良い。その場合、上記の出力合計値として  $W_g$  を算出するとその測定における加速度量が判るが、これを既知の重力加速度  $g$  と比較することによって、重力以外の加速度因子が働いているかなどの情報も同時に判り、それを利用した補正も考えられる。更に、傾斜センサ部6としては、3軸でなく2軸で行っても良い。その場合は、上記の重力加速度  $g$  に相当する出力値  $W_g$  を入力することによって、ロール角  $\alpha_g$ 、ピッチ角  $\beta_g$  を算出することができる。

#### 【0045】

なお、第1の実施の形態では、地磁気出力算出手段（S2）を行った後に傾斜角算出手段（S4）を行う例について説明を行ったが、必ずしもこれに限定する必要はなく、順序が逆であっても、また並列処理でも構わない。

#### 【0046】

以上の通り、本発明は、磁気センサと傾斜センサを備え、これらセンサの計測

値により方位を取得する電子方位計において、磁気センサおよび傾斜センサから得られる各出力値を演算処理して一次方位角を取得する機能を有する第1の演算処理装置と、一次方位角に対応する方位誤差角を取得する機能を有する情報入出力装置と、方位誤差角を用いて一次方位角を補正して真の方位角である二次方位角を演算処理する機能を有する第2の演算処理装置とを備えた構成で実現でき、これにより、従来の方位測定方法では実現できなかったロール角 $\alpha_g$ 、ピッチ角 $\beta_g$ が異なる場合でも、真の方位を得ることができる。

#### 【0047】

##### (第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態の説明を行う。図2は、本発明の偏角値補正を含む電子方位計及び記憶媒体で行う処理のフローチャートを示したものであり、図5は、本発明の電子方位計の概念図を示したものである。本実施の形態は、第1の実施の形態で説明した構成に加えて、情報入出力処理装置10が偏角値入出力装置30を更に有する構成としている。

#### 【0048】

図2に示す様に、地磁気出力取得手段(S2)、傾斜角取得手段(S4)、一次方位角取得手段(S6)、方位誤差角取得手段(S8)は第1の実施の形態と同様に行うので、ここでの説明は省略する。

#### 【0049】

また、二次方位角取得手段(S14)の前に行う偏角値入手手段(S12)は、その測定位置での緯度 $\phi$ と経度 $\lambda$ を入手して測定位置に対応する偏角値Dを出力するための手段である。具体的には、測定位置の緯度 $\phi$ と経度 $\lambda$ を入力し、図5に示す電子方位計2bを構成する情報入出力処理装置10にある偏角値入出力装置30にその緯度 $\phi$ と経度 $\lambda$ のデータを転送する。さらに、偏角値入出力装置30では、入力された緯度 $\phi$ と経度 $\lambda$ からその場所での偏角値Dを演算処理または既知のデータを基に出力する機能を有する。日本国内では、国土地理院が磁気測量を実施した結果を公開しており、その表により各地の偏角値Dが判る。しかし、ここでは2次式で近似した偏角値算出法を用いて、偏角値Dを算出する。具体的には、下記の式(数8)を用いて偏角値Dを算出するものである。

## 【数 8】

$$D_{2000.0} = 7^{\circ}37.142' + 21.622' \Delta\phi - 7.672' \Delta\lambda + 0.442' \Delta\phi^2 - 0.32' \Delta\phi\Delta\lambda - 0.675' \Delta\lambda^2$$

$\Delta\phi = (\text{測定位置での緯度 } \phi) - 37$

$\Delta\lambda = (\text{測定位置での経度 } \lambda) - 138$

## 【0050】

そして、情報入出力処理装置 10 の偏角値入出力装置 30 で得られた偏角値 D を第 2 の演算処理装置 8 b に転送する。二次方位角取得手段 (S 14) は、上記で得られた一次方位角  $\theta_1$  と方位誤差角  $\theta'$  及び偏角値 D を用いて真の方位角 (二次方位角  $\theta_2$ ) を取得する手段である。具体的には、第 2 の演算処理装置 8 b で、一次方位角  $\theta_1$  から方位誤差角  $\theta'$  と偏角値 D に相当する誤差角を除算することによって真の方位角を得ることができる。

## 【0051】

以上に示した通り、本発明の第 2 の実施の形態で説明した電子方位計および記録媒体を用いれば、真北から方位磁石が指す北 (磁北) のずれに相当する偏角値 D を用いて演算処理しているので、地図上で示す方位とほぼ同じ方位 (真の方位角である二次方位角) を得ることができる。

## 【0052】

(第 3 の実施の形態)

本発明第 3 の実施の形態の説明を行う。図 6 は、2 軸磁気センサ 4 と 2 軸傾斜センサ 6 と情報入力処理装置 10 とを有する本発明の電子方位計 2 c の概念図を示したものである。図 6 に示す本実施の形態の電子方位計 2 c は、第 2 の実施の形態の構成に加え、情報入出力処理装置 10 に全地磁気量入出力装置 32 を有する構成である。

## 【0053】

図 3 は、本発明の 2 軸磁気センサと 2 軸傾斜センサによる方位測定システムのフローチャートを示したものであり、第 1、第 2 の実施の形態で説明した地磁気出力算出手段 (S 2) に代えて、2 軸地磁気出力算出手段 (S 18) が 2 軸の出力を測定する構成となっている。また、本実施の形態における方位測定システムは、第 2 の実施の形態に加えて、S h' 入手手段 (S 16) と第 3 軸地磁気出力

算出手段 (S 20) を有する構成である。

#### 【0054】

まず、最初に行う S h' 入手手段 (S 16) は、その測定位置での緯度  $\phi$  と経度  $\lambda$  を入手して測定位置に対応する全地磁気量 F を出力し、更にそれに相当する出力値 S h' を入手する手段である。この手段をさらに詳細に説明する。この手段は、第 2 の実施の形態と同様に、測定位置の緯度  $\phi$  と経度  $\lambda$  を入力すると、図 6 に示す電子方位計 2 c を構成する情報入出力処理装置 10 にそのデータが転送される。この情報入出力処理装置 10 の全地磁気量入出力装置 32 では、入力された緯度  $\phi$  と経度  $\lambda$  から、その場所での全地磁気量 F を出力する機能を有する。日本国内各地のこの全地磁気量 F は、下記の 2 次式 (数 9) で近似することができる。

#### 【数 9】

$$F_{2000.0} = 47505.3881 + 567.453 \Delta\phi - 294.499 \Delta\lambda - 0.225 \Delta\phi^2 - 2.975 \Delta\phi\Delta\lambda + 1.291 \Delta\lambda^2$$

$$\Delta\phi = (\text{測定位置での緯度 } \phi) - 37$$

$$\Delta\lambda = (\text{測定位置での経度 } \lambda) - 138$$

そして、上記で得られた全地磁気量 F は、第 1 の演算処理装置 8 a に転送され、全地磁気量 F に相当する値 S h' が出力される。

#### 【0055】

次に行う 2 軸地磁気出力取得手段 (S 18) では、磁気センサ部 4 で計測した x、y 軸方向の地磁気量に相当する計測値を第 1 の演算処理装置 8 a に転送し、上記で得られた S h' を用いてこの値を規格化する。続けて第 3 軸地磁気出力算出手段 (S 20) では、x、y 軸を S h' で規格化した出力値と S h' から下記の式 (数 10) によって、この場合第 3 軸である z 軸方向の出力値を取得する。

【数 1 0】

$$|\bar{x}'_H| = \frac{|\bar{x}_H|}{|S'_h|}$$

$$|\bar{y}'_H| = \frac{|\bar{y}_H|}{|S'_h|}$$

$$|\bar{z}'_H| = \sqrt{|S'_h|^2 - (|\bar{x}'_H|^2 + |\bar{y}'_H|^2)}$$

$|\bar{x}'_H|, |\bar{y}'_H|$ : x、y 軸方向の磁気センサの出力値を  $S'_h$  で規格化した値

$|\bar{x}_H|, |\bar{y}_H|$ : x、y 軸方向の磁気センサの出力値

$|S'_h|$ : 全地磁気量 F に相当する磁気センサの出力値

【0 0 5 6】

更に続けて、先の実施の形態と同様に、傾斜角取得手段 (S 4) で、傾斜センサ部 6 で計測した x、y 軸方向の傾斜角に相当する計測値を第 1 の演算処理装置 8 a に転送する。そして、重力加速度以外の加速度因子のない系での加速度センサの出力を  $W_g$  として、下記の式 (数 1 1) で傾斜角の算出を行う。

【数 1 1】

$$\alpha_g = \sin^{-1} \frac{|\bar{y}_g|}{W_g}$$

$$\beta_g = \sin^{-1} \frac{|\bar{x}_g|}{W_g}$$

$|\bar{x}_g|, |\bar{y}_g|$ : x, y 軸方向の加速度センサ の出力値

$|W_g|$ : 重力加速度  $g$  に相当する加速度センサの出力値

【0 0 5 7】

以下の工程は、上記で得られた値を用いて、第 2 の実施の形態で説明した方法と同様に方位角  $\theta$  を算出する。

【0 0 5 8】

以上、磁気センサと傾斜センサが x、y、z 軸から選ばれるそれぞれ 2 軸で構成され、2 軸方向の各地磁気量に相当する計測値を磁気センサから取得する地磁



気出力取得手段 (S18) と、全地磁気量に相当する磁気センサ出力値  $S_h'$  入手手段 (S16) 及び  $S_h'$  と、2 軸方向の磁気センサの計測値から残りの第 3 軸方向の地磁気量に相当する出力値を演算処理する第 3 軸地磁気量取得手段 (S20) を有する構成を基本構成に加えることにより、高精度に方位角  $\theta$  を測定することが可能となる。

本実施の形態を採用した 2 軸の磁気センサと 2 軸の傾斜センサを具備した電子方位計とその電子方位計に搭載するための記録媒体を採用すれば、先の実施の形態と同様に、真北から方位磁石が指す北 (磁北) のずれに相当する偏角値  $D$  を用いて演算処理しているので、地図上で示す方位とほぼ同じ方位 (真の方位角である二次方位角) を得ることができる。

#### 【0059】

上記の実施の形態で説明した規格化の方法として、磁気センサから得られる計測地から導かれる全地磁気量  $H$  に相当する  $S_h$  によって規格化する例を示したが、他の全地磁気量を算出する方法として、地磁気の水平成分と伏角を知ることによって、全地磁気量を測定することも可能である。この方法では、電子方位計を水平面上で 1 回転させたときの出力の最大値が地磁気の水平成分に相当する出力となるため、その出力から  $S_h'$  を算出することができる。

#### 【0060】

また、第 1 の実施の形態の傾斜センサとして、加速度センサを用いた例について説明を行ったが、水平面と各軸とのなす角を測定できる傾斜センサであれば、加速度センサに限定されるものではない。

#### 【0061】

上記に説明した様に、第 2、第 3 の実施の形態では、一次方位角と方位誤差角だけでなく、日本国内での偏角値を更に用いた補正方法について述べたが、これに限定されるものではなく、世界中のあらゆる地域においても緯度  $\phi$  と経度  $\lambda$  の測定位置が分かれば、偏角値  $D$ 、全地磁気量  $F$  を取得することができる。よって、偏角値  $D$ 、全地磁気量  $F$  の情報をデータベースとして予め記憶させることによって、そのいずれの地域でも正確な方位を取得することができる電子方位計とすることができる。

**【0062】**

また、上記に示した算出式についても、上述した実施の形態に限定するものではなく、測定者が偏角値Dを直接入力して行う方法、位置情報を通信、電波或いはGPS（グローバルポジショニングシステム）などにより自動的に取得して測定式で算出する方法、或いはネットワーク上にある位置情報と偏角値D、全地磁気量Fの対応表を備えたサーバーにアクセスして自動的に取得する方法等を利用しても良い。

**【0063】**

さらに、本発明の第1から第3の実施の形態に示した電子方位計2a～2cに、本発明の手段を記憶させ、それを実行できる形態としたICモジュールを用いた例を挙げて説明を行ったが、それに限定されるものではなく、表示装置、電源を備えて単体で動作する電子方位計でもよい。また、各種電子機器への組み込み用などとしての電子方位計に用いる記録媒体では、磁気センサ4、傾斜センサ6、演算処理装置8、情報入出力装置10の全てを一つのパッケージにまとめて構成されていることに限定されず、例えば演算処理装置8や情報入出力装置10の機能は、各種機器側のCPUやマイコンで行っても良い。この様に、この記憶媒体に本発明の実施の形態で説明した手段に従って機能するように、プログラムを記録して動作できる形態としている。

**【0064】**

またさらに、本発明の第2と第3の実施の形態の電子方位計2b, cにおいて、偏角値D、全地磁気量Fを情報入出力装置10から出力した例を示したが、情報入出力装置10は、測定位置の緯度 $\phi$ と経度 $\lambda$ から偏角値Dと全地磁気量Fのデーターを取得できるものであれば、その他のデータの選択組み合わせた形態としても構わない。また、選択しなかった場合でも、初期値を演算処理装置8内に記憶させておくことで測定が可能となる。

**【0065】****【発明の効果】**

電子方位計の利用者は、様々な使用方法、持ち方をすることが想定され、電子方位計すなわち磁気センサが水平面に対して傾斜した状態で使用することも十分

に考えられる。その様な場合においても、本発明によれば、傾斜した状態でも精度よく真の方位角を取得することができることが可能となり、特に小型の電子機器である携帯電話、PDAといった携帯情報端末や腕時計などに有効な電子方位計及びその電子方位計に用いる記録媒体とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の基本構成である第 1 の実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図 2】

本発明の第 2 の実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図 3】

本発明の第 3 の実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態の電子方位計を説明するための概念図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態の電子方位計を説明するための概念図である。

【図 6】

本発明の第 3 の実施の形態の電子方位計を説明するための概念図である。

【図 7】

本発明の記録媒体の動作に従って演算処理された方位誤差角と一次方位角の関係を示した図面である。

【図 8】

本発明の記録媒体の動作に従って得られる二次方位角の取得手段を説明するための概念図である。

【図 9】

従来の方位測定方法を説明するためのフローチャートである。

【図 10】

従来の方位算出方法によって、様々なロール角、ピッチ角に対して計算したときの二次方位角と方位誤差角の関係を示した図面である。

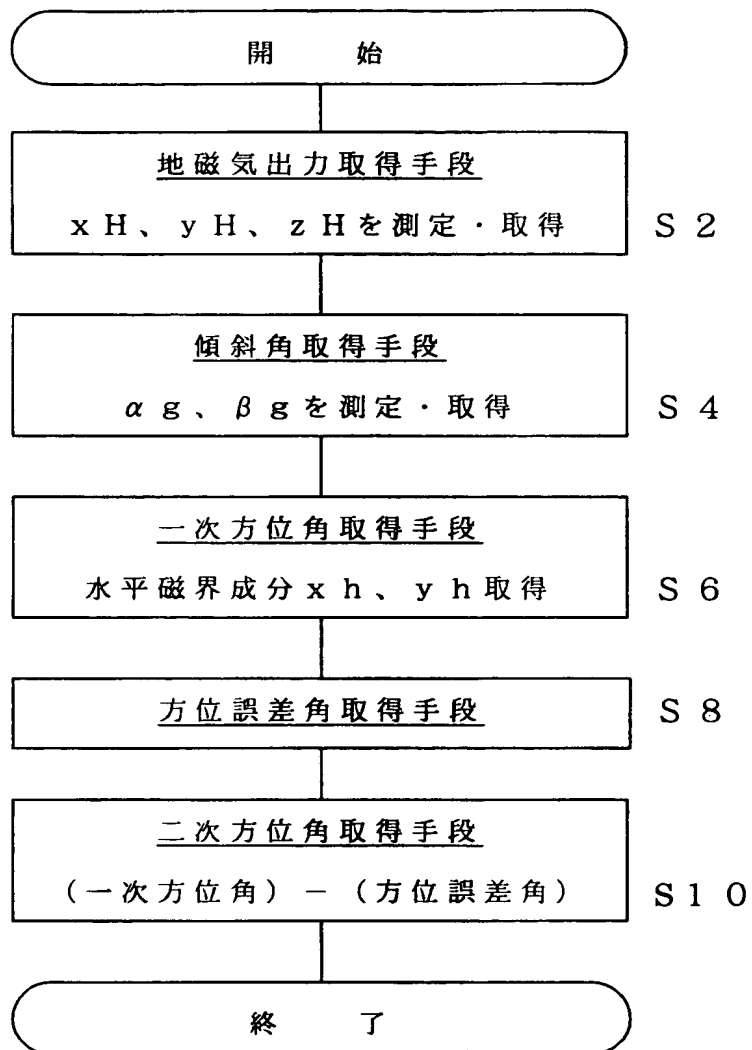
## 【符号の説明】

- 2 電子方位計
- 4 磁気センサ部
- 6 傾斜センサ部
- 8 a 第 1 の演算処理装置
- 8 b 第 2 の演算処理装置
- 1 0 情報入出力装置
- 1 2 x 軸磁気センサ
- 1 4 y 軸磁気センサ
- 1 6 z 軸磁気センサ
- 1 8 磁気センサ信号処理回路
- 2 0 x 軸傾斜センサ
- 2 2 y 軸傾斜センサ
- 2 4 z 軸傾斜センサ
- 2 6 傾斜センサ信号処理回路
- 2 8 方位誤差角入出力装置
- 3 0 偏角値入出力装置
- 3 2 全地磁気量入出力装置
- 4 0 方位誤差角オフセット
- 4 2 方位誤差角振幅量
- 4 4 位相差

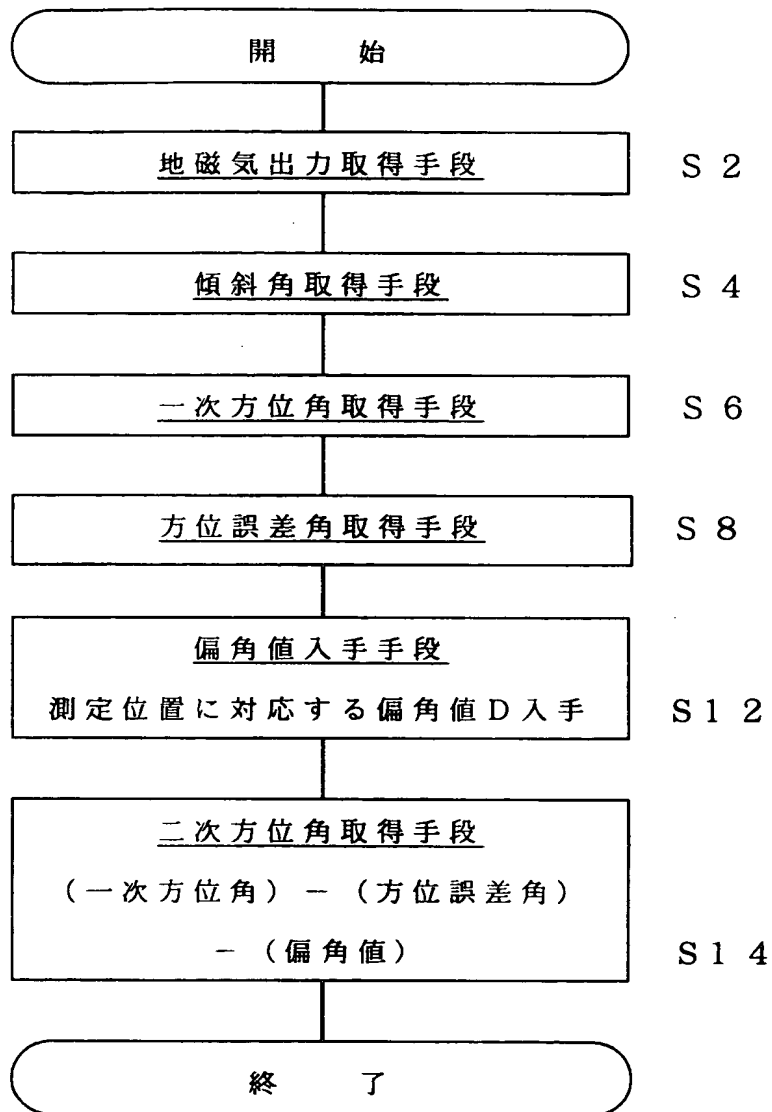
【書類名】

図面

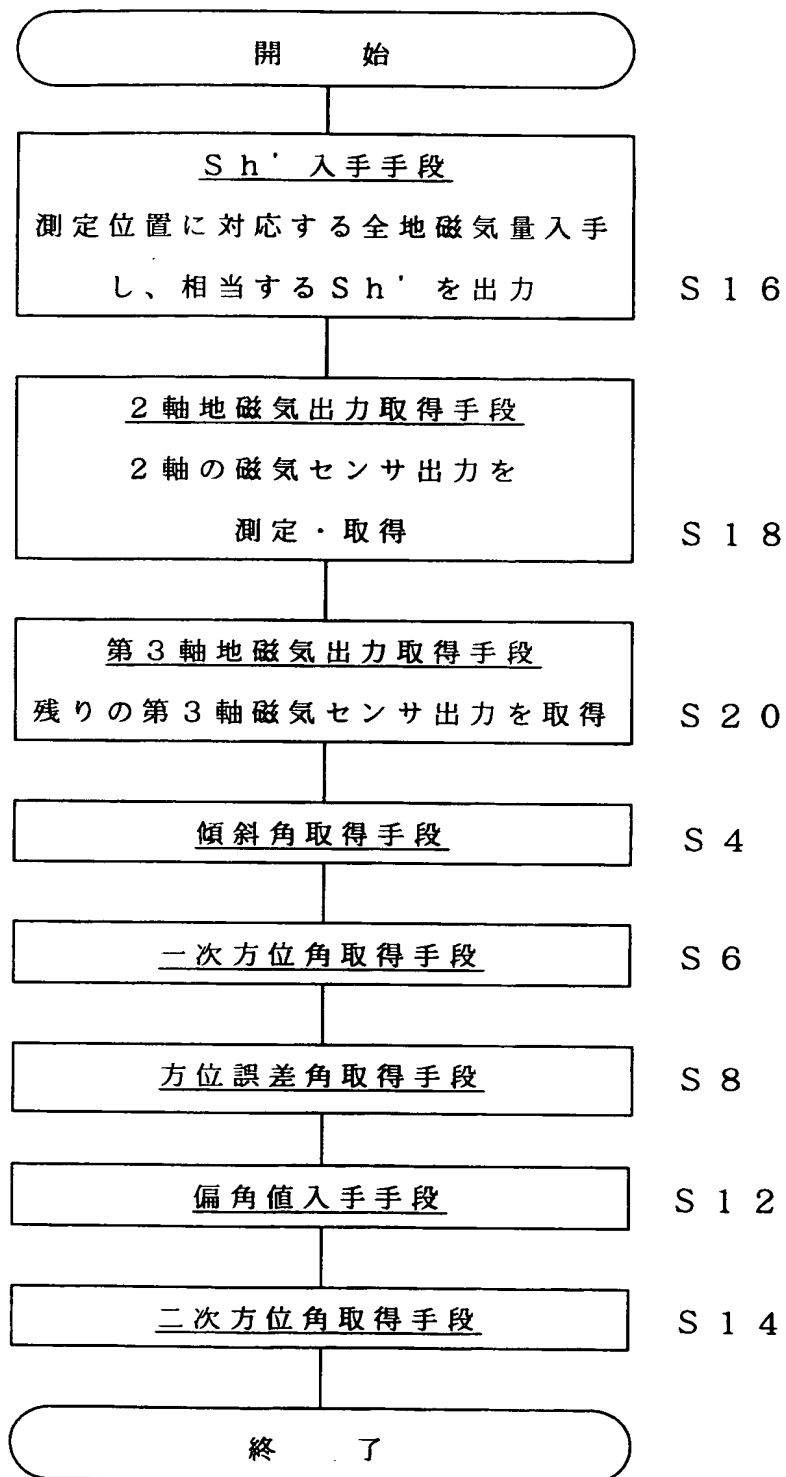
【図 1】



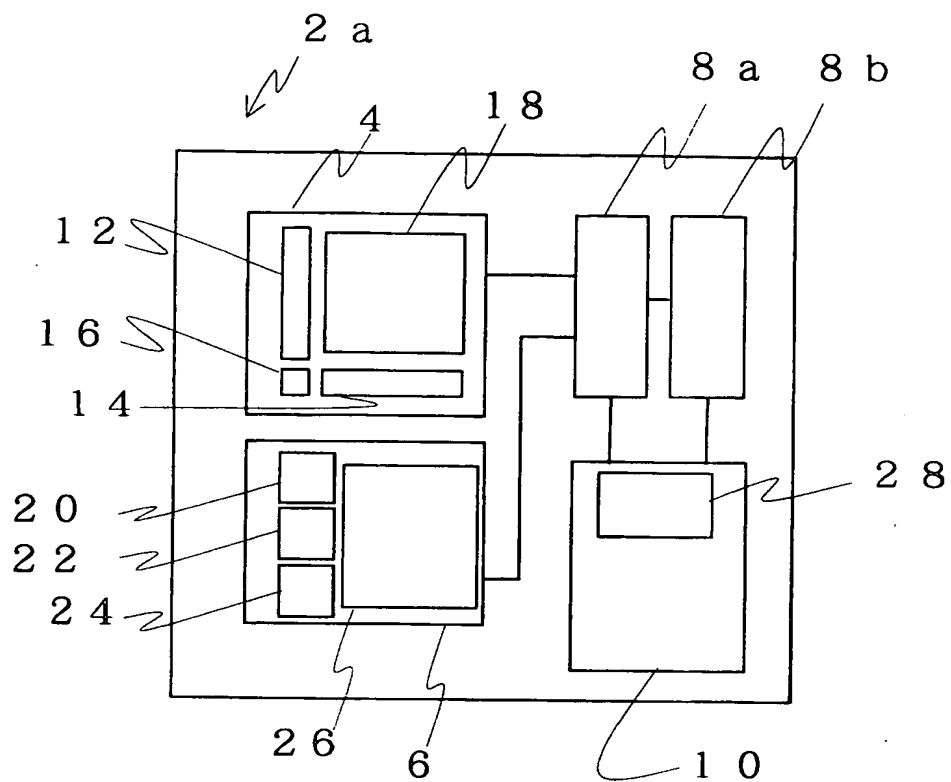
【図 2】



【図 3】

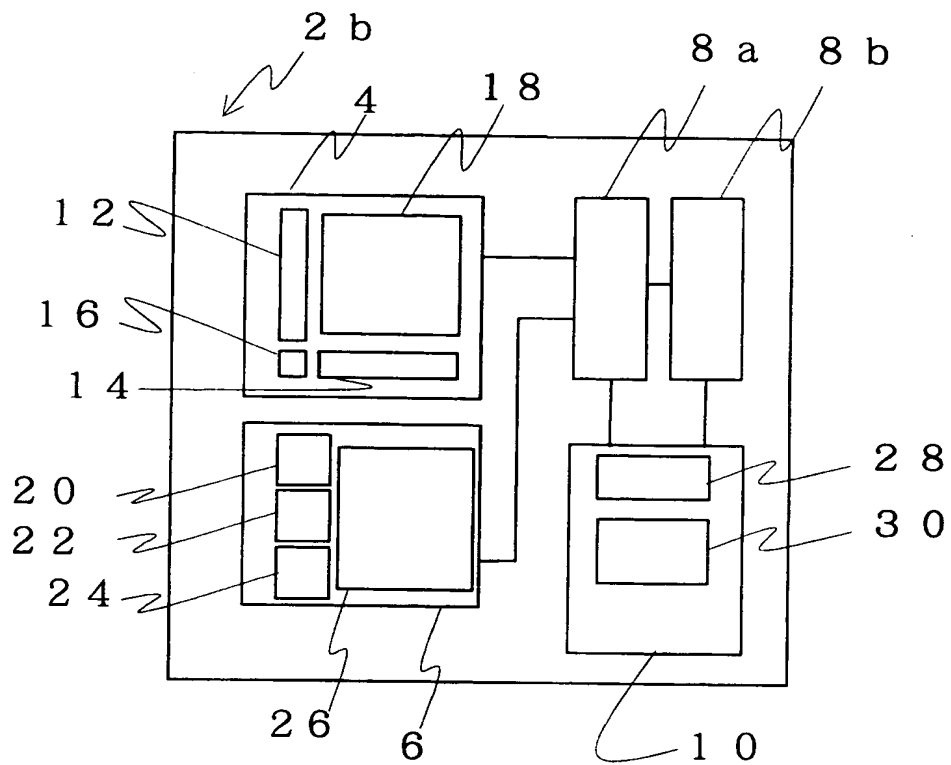


【図 4】

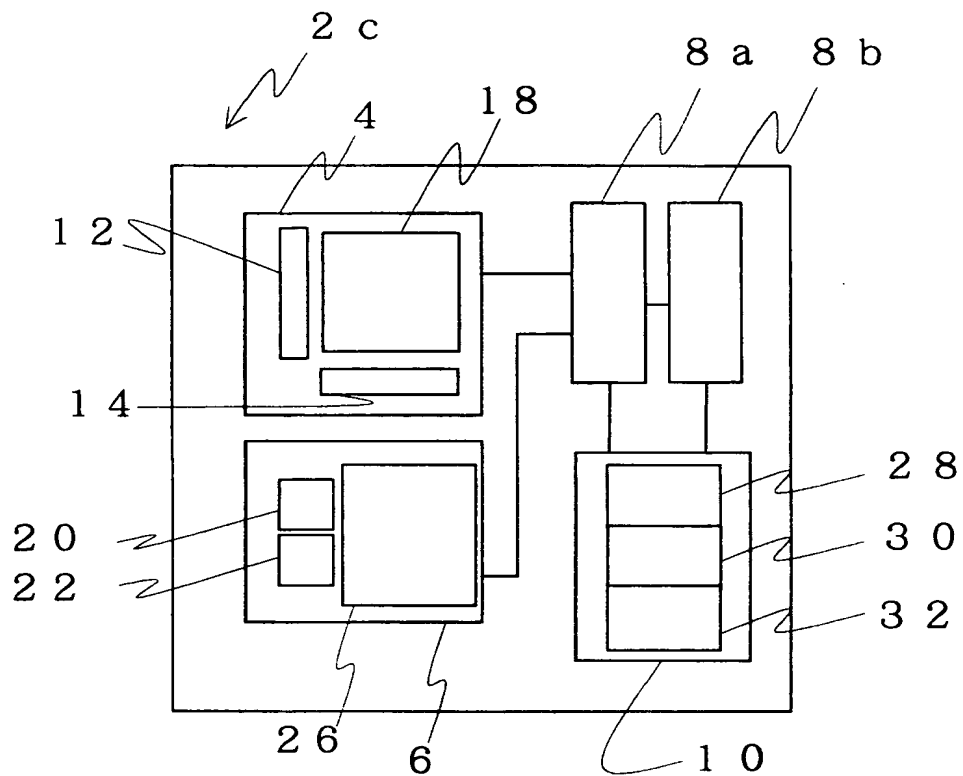




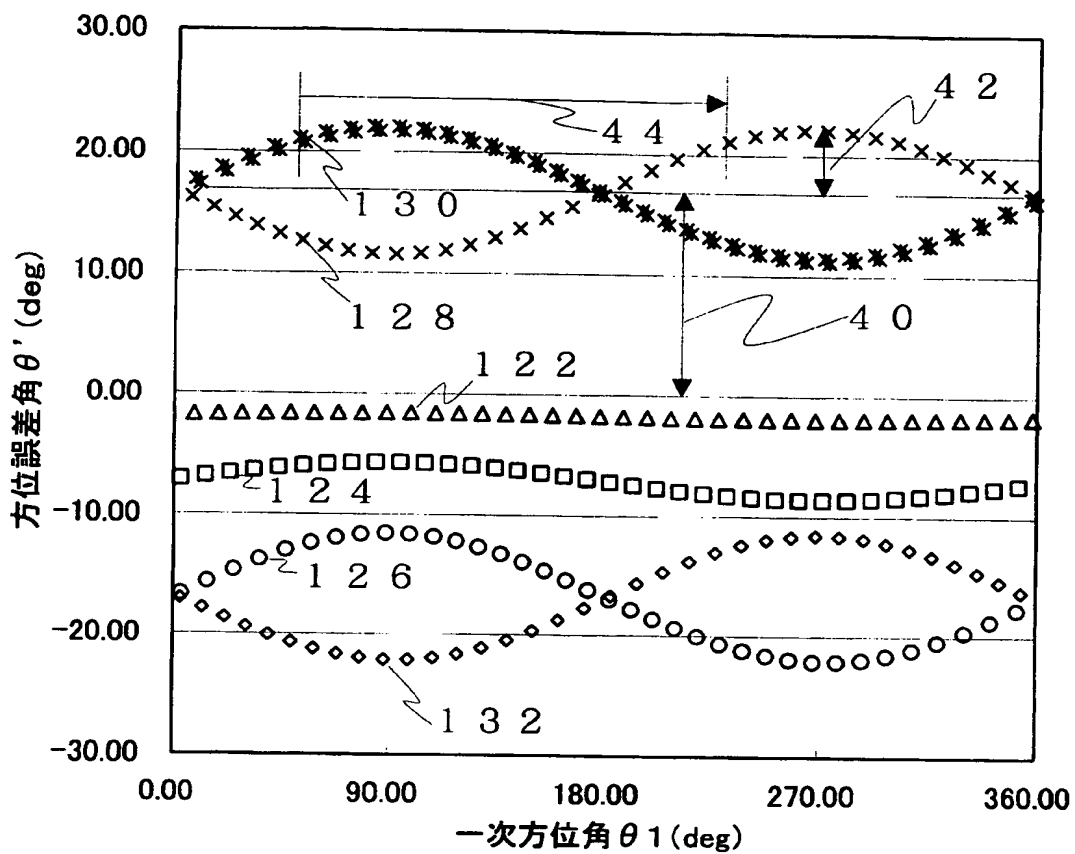
【図 5】



【図 6】

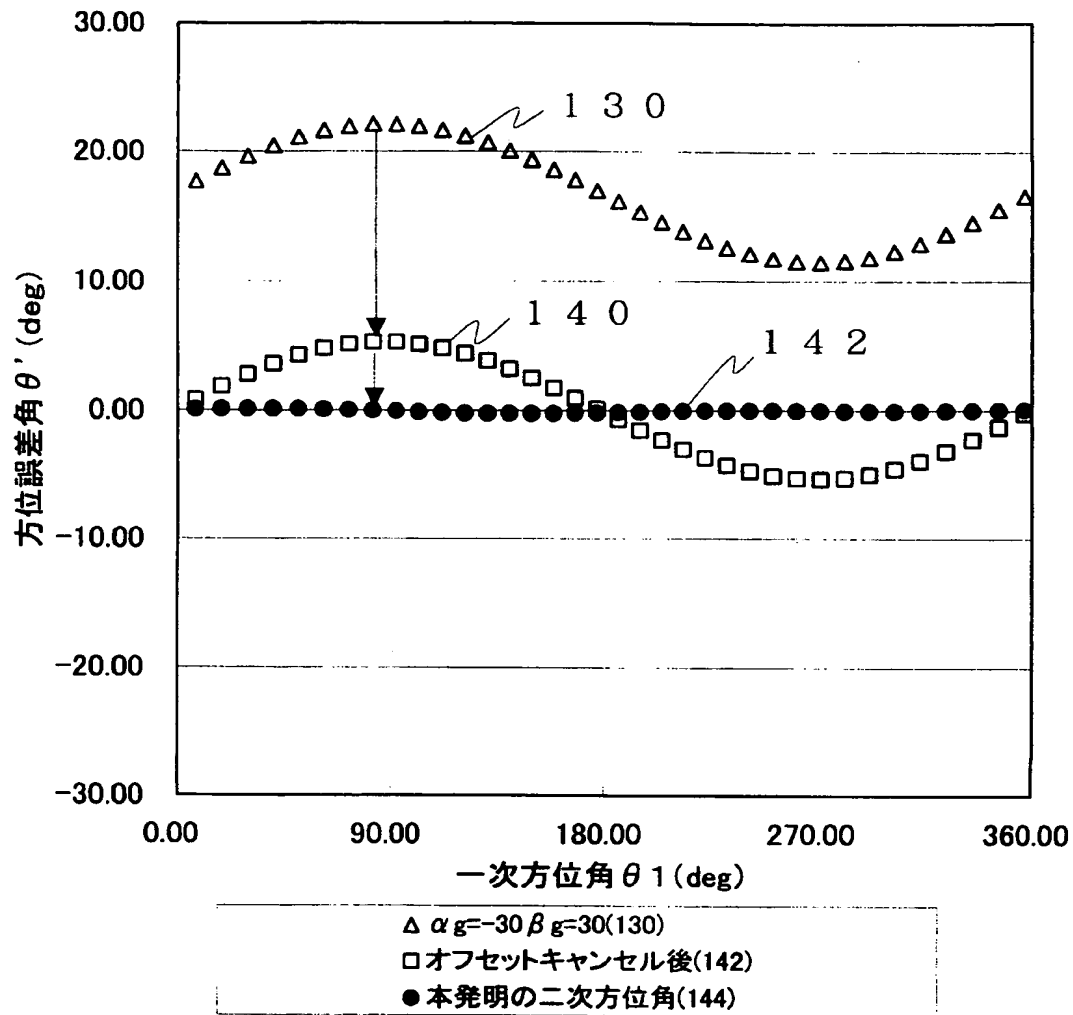


【図 7】

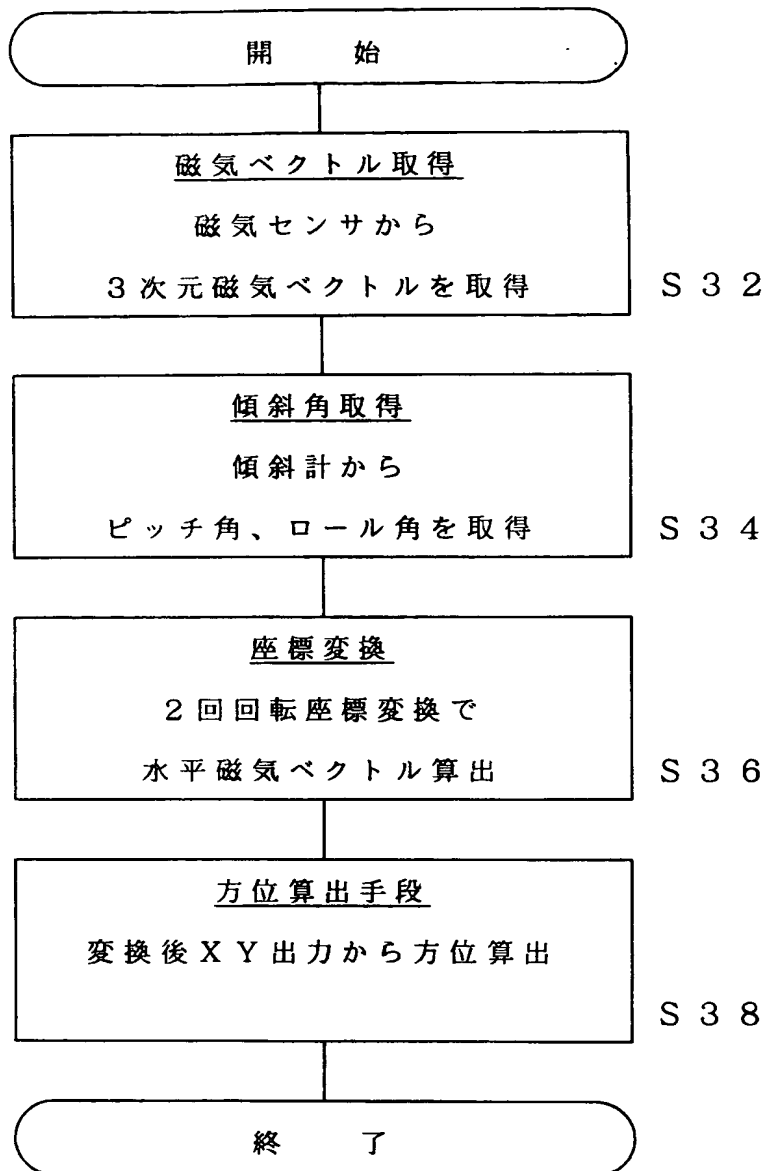


$\Delta \alpha g=10 \beta g=10(122)$	$\square \alpha g=20 \beta g=20(124)$	$\circ \alpha g=30 \beta g=30(126)$
$\times \alpha g=30 \beta g=-30(128)$	$* \alpha g=-30 \beta g=30(130)$	$\diamond \alpha g=-30 \beta g=-30(132)$

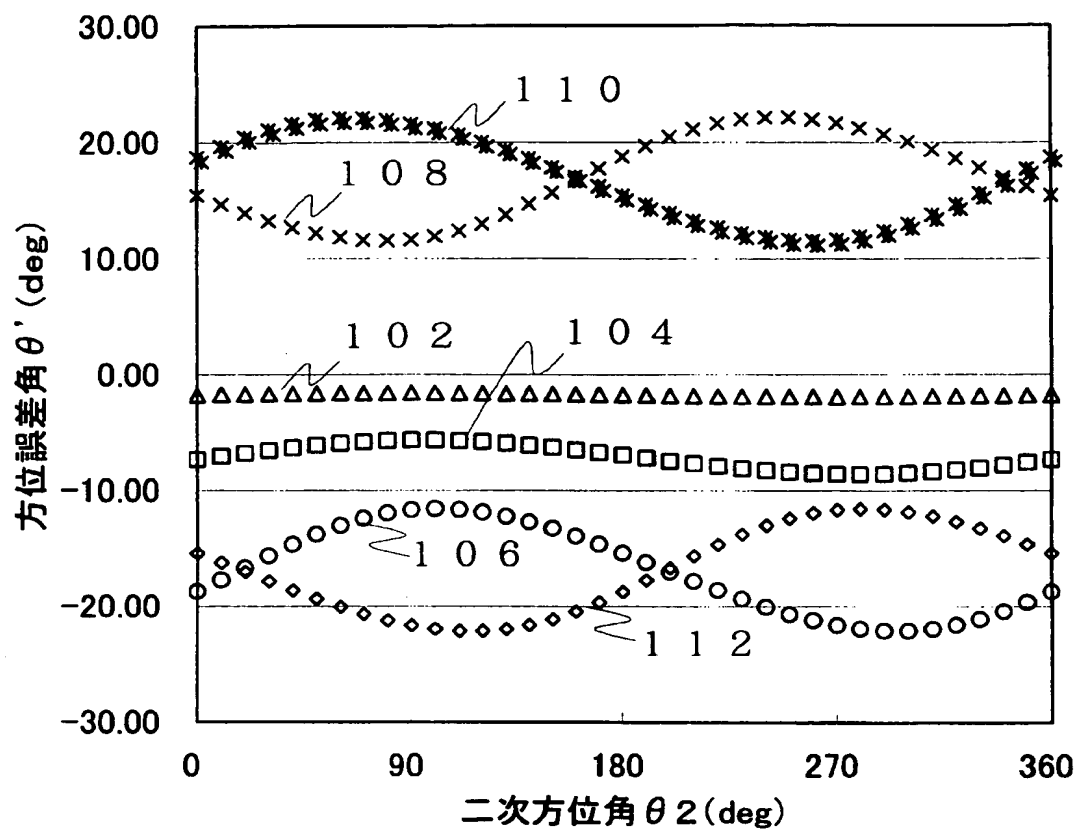
【図 8】



【図9】



【図 10】



$\Delta \alpha g=10 \beta g=10(102)$	$\square \alpha g=20 \beta g=20(104)$	$\circ \alpha g=30 \beta g=30(106)$
$\times \alpha g=30 \beta g=-30(108)$	$\times \alpha g=-30 \beta g=30(110)$	$\diamond \alpha g=-30 \beta g=-30(112)$

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子方位計が水平面から傾斜した場合には、従来の電子方位計では方位角を正確に測定することが困難であった。

【解決手段】 本発明の電子方位計とその電子方位計に用いる記録媒体は、磁気センサと傾斜センサを備え、これらセンサの計測値により方位を取得する電子方位計において、磁気センサおよび前記傾斜センサから得られる各出力値を演算処理して一次方位角を取得する機能を有する第1の演算処理装置と、一次方位角に対応する方位誤差角を取得する機能を有する情報入出力装置と、方位誤差角を用いて一次方位角を補正して真の方位角である二次方位角を演算処理する機能を有する第2の演算処理装置とを備える構成を採用した。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 3 - 0 8 6 8 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 9 6 0 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 3 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号

氏 名

シチズン時計株式会社